UNIVERSITE DE TOULOUSE

FACULTÉ MIXTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

ANNÉE 1949 — N° 96

# Principes de la Tomographie

## Applications à l'Étude de la Région Médiastino-Hilaire en positions obliques

# THÈSE

POUR LE

## DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement en Décembre 1949

PAR

**François MARCO**

EXTERNE DES HOPITAUX

Membres du Jury

MM. DUCUING .... *Président*
GRIMOUD .... *Assesseurs*
MARQUÈS .... *Assesseurs*
GÉRAUD .... *Assesseurs*
POULHÈS .... *Suppléant*

TOULOUSE
IMPRIMERIE P. JULIA, 2, RUE TEMPONIÈRES

1949

**François MARCO**

Principes de la Tomographie
Applications à l'Étude
de la Région Médiastino-Hilaire
en positions obliques

Toulouse. Imprimerie P. JULIA.
1949, in-8° (50 pages).

(*Thèse Médecine, Toulouse,* n° 96)

**François MARCO**

Principes de la Tomographie
Applications à l'Étude
de la Région Médiastino-Hilaire
en positions obliques

Toulouse. Imprimerie P. JULIA.
1949, in-8° (50 pages).

(*Thèse Médecine, Toulouse,* n° 96)

**François MARCO**

Principes de la Tomographie
Applications à l'Étude
de la Région Médiastino-Hilaire
en positions obliques

Toulouse. Imprimerie P. JULIA.
1949, in-8° (50 pages).

(*Thèse Médecine, Toulouse,* n° 96)

**François MARCO**

Principes de la Tomographie
Applications à l'Étude
de la Région Médiastino-Hilaire
en positions obliques

Toulouse. Imprimerie P. JULIA.
1949, in-8° (50 pages).

(*Thèse Médecine, Toulouse,* n° 96)

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548915_0077

# Principes de la Tomographie

## Applications à l'Étude

## de la Région Médiastino-Hilaire

## en positions obliques

UNIVERSITE DE TOULOUSE

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

ANNÉE 1949 N° 96

# Principes de la Tomographie

## Applications à l'Étude de la Région Médiastino-Hilaire en positions obliques

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement en Décembre 1949

PAR

**François MARCO**

EXTERNE DES HOPITAUX

Membres du Jury

MM. DUCUING .... *Président*
GRIMOUD ....
MARQUÈS .... *Assesseurs*
GÉRAUD .....
POULHÈS ..... *Suppléant*

TOULOUSE
IMPRIMERIE P. JULIA, 2, RUE TEMPONIÈRES

1949

UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

# FACULTE MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

## TABLEAU DU PERSONNEL

DOYEN. . . . . MM. LEFEBVRE.
ASSESSEUR. . . . . BRUSTIER.
Doyens honoraires. . . . . GORSE — CALVET.

## PROFESSEURS HONORAIRES

MM. RISPAL — MM. MERIEL — MM. GARIPUY.
LAFFORGUE — CLERMONT — RIBAUT.
SERR.

## PROFESSEURS

| | |
|---|---|
| Clinique de neurologie et de psychiatrie | MM. RISER. |
| Clinique médicale | TAPIE. ROQUES. |
| Clinique obstétricale | GUILHEM. |
| Physiologie | SOULA. |
| Clinique chirurgicale et du Cancer | DUCUING. |
| Physique biologique et médicale | BUGNARD. |
| Clinique des maladies cutanées et syphilitiques | NANTA. |
| Chimie et Toxicologie | BRUSTIER. |
| Pathologie générale et médecine expérimentale | SENDRAIL. |
| Clinique chirurgicale et gynécologie | LEFEBVRE. |
| Anatomie | LAZORTHES, VALLOIS. |
| Histoire naturelle | DELAS. |
| Clinique médicale infantile et puériculture | SOREL. R. |
| Pharmacie | CAUJOLLE. |
| Pathologie interne. et Clinique des Maladies de la Tuberculose | MOREL. |
| Bactériologie, hygiène, médecine sociale | ANDRIEU. |
| Clinique chirurgicale infantile et orthopédie | VIRENQUE. |
| Clinique des maladies des voies urinaires | FABRE (P.). |
| Matière médicale | VINCENT. |
| Hydrologie thérapeutique et climatologie | MERIEL |
| Anatomie pathologique | FABRE (J.). |
| Clinique O. R. L. et de chirurgie maxillo-faciale | CALVET. |
| Clinique ophtalmologique | CALMETTES. |
| Chimie biologique | VALDIGUIÉ (P.) |
| Médecine légale et du Travail | PLANQUES. |
| Histologie et Embryologie | BROUSSY. |
| Médecine Sociale | BOUNHOURE |
| Thérapeutique | GADRAT |
| Pathologie externe | GRIMOUD |

## PROFESSEURS SANS CHAIRE

| | |
|---|---|
| Physiologie | BAISSET. |
| Anatomie | COULOUMA. |

## AGRÉGÉS EN EXERCICE

| | |
|---|---|
| Histologie | BIMES, ch. de f. |
| Anatomie | MM. POULHÈS ch. de f. |
| Médecine | DARNAUD. GERAUD. DARDENNE LAPORTE (J.) |
| Chirurgie | RIEUNAU. DIEULAFE. DAMBRIN (P.). |
| Ophtalmologie | DEODATI. |
| Obstétrique | PONTONNIER ch.de f. |
| Physique médicale | MARQUÈS. |
| Pharmacie | COUTURIER. |
| Chimie générale pharmaceutique | BLANC. |
| Botanique | Mme DULUCQ-MATHOU. (Maître de conférence) |
| Odonto-Stomatologie | CADENAT. |
| Microbiologie | BOUISSET (Maître de conférence) |
| Neuro-Psychiâtrie | GAYRAL ch. de f. |

## COURS COMPLÉMENTAIRES

| | |
|---|---|
| Cours d'obstétrique aux élèves sages-femmes | MM. GUILHEM |
| Chimie biologique | VALDIGUIÉ (P.). |
| Chimie pathologique | VALDIGUIE (P.) |
| Chimie minérale | BLANC. |
| Physique pharmaceutique | AUVERGNAT. |
| Dermatologie et Syphiligraphie | BAZEX. |
| Législation pharmaceutique | BOUISSET. |
| Microbiologie | BOUISSET. |
| Tuberculose | MOREL. |
| Chirurgie pulmonaire | DAMBRIN (P.) |
| Parasitologie | LASSERRE. |
| Cryptogamie | Mme DULUCQ-MATHOU. |
| Chimie analytique | MM. BLANC. |
| Hydrologie et géologie | ASTRE. |
| Anatomie médico-chirurgicale | THOMAS. |
| Pharmacodynamie | BAISSET. |
| Bactérioologie et Hygiène | LAPORTE. |
| Urologie | LHEZ. |
| Ophtalmologie | DEODATI. |
| Neuro-chirurgie | LAZORTHES. |
| Oto-Rhino-Laryngol | CLAUX. |
| Mycologie | MORQUER. |
| Secrétaire de la Faculté | ARGILAS. |

*La Faculté déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats.*

(Délibération en date du 12 mai 1891.)

A MES PARENTS

Bien faible témoignage de tendresse et de gratitude pour tout ce que je leur dois.

A TOUS LES MIENS

Bien affectueusement.

A MES BEAUX-PARENTS

Affectueux attachement.

A MES AMIS

A MES ONCLES :

Le Docteur François MARCO

Ancien Externe des Hôpitaux de Paris

Le Docteur Louis JUANOLA

Assistant d'Electro-Radiologie à Barcelonne.

A MA FEMME

Dont la présence à mes côtés me donne foi en l'avenir.

A MON FILS

A MON MAITRE MONSIEUR JEAN BAUDOT

Médecin Phtisiologue en Chef des Hôpitaux.
Médecin Chef du Centre Départemental de Phtisiologie
Consultant Régional de Phtisiologie
Chevalier de la Légion d'Honneur
Croix de guerre — Legion of Merit
Bronze star Medal
Médaille de la résistance avec Rosette

Qui nous a toujours réservé le meilleur accueil dans son service, où il nous a prodigué son précieux enseignement.

En témoignage de notre respectueuse et profonde gratitude pour la bienveillance qu'il n'a cessé de nous témoigner.

A NOTRE MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE :

## MONSIEUR LE PROFESSEUR J. DUCUING

Professeur de Clinique Chirurgicale et du Cancer.

Qui nous a fait le très grand honneur de vouloir bien accepter la présidence de cette thèse.

Qu'il trouve ici l'expression respectueuse de notre profonde gratitude.

A NOTRE JURY DE THÈSE :

## MONSIEUR LE PROFESSEUR GRIMOUD

Professeur de Pathologie Externe.

Hommage de reconnaissance et de profond respect.

## MONSIEUR LE PROFESSEUR MARQUES

Professeur Agrégé à la Faculté.

En le remerciant profondément pour l'enseignement que nous avons reçu à son contact.
Respectueux hommages.

## MONSIEUR LE PROFESSEUR GERAUD

Professeur Agrégé à la Faculté.

Pour sa bienveillante considération. Témoignage respectueux de notre profonde gratitude.

## MONSIEUR LE DOCTEUR JEAN POULHES

Chargé des Fonctions d'Agrégé à la Faculté.

Témoignage de notre profonde reconnaissance.

A MONSIEUR LE DOCTEUR THIBAIRENCQ

Assistant d'Electro-Radiologie des Hôpitaux.

Qui nous a fait bénéficier de son expérience et qui nous a amicalement dirigé dans la rédaction de ce travail.

Témoignage de notre respectueux attachement.

# Introduction et Etat actuel de l'Etude Radiologique de la Région Médiastino-Hilaire

La région médiastino-hilaire est considérée à juste titre comme la partie du thorax la plus difficile à explorer radiologiquement. **ELLE ECHAPPE A L'INVESTIGATION RADIOLOGIQUE STANDARD.**

Nous étudierons le **CLICHE RADIOLOGIQUE DE FACE** obtenu en suivant la technique préconisée par STEPHANI, à savoir :

— Un temps de pause très court, de l'ordre de 4/100e de seconde;

— Un antidiffuseur rotatif ou une grille fixe à trame très fine;

— Une intensité élevée, de l'ordre de 400 mA;

— Des rayons émis sous un voltage élevé (du moins au pupitre, car il faut tenir compte de la « chute de tension » de l'ordre de 2 à 7 KW par 100 mA suivant la ligne utilisée).

Avec nombre d'auteurs, nous considérons cette technique comme étant la meilleure actuellement. Elle constitue un net progrès par rapport aux autres méthodes et permet en particulier d'obtenir de la région hilaire une image beaucoup plus précise.

Mais, même ainsi, on ne peut guère suivre sur le film que les contours des bronches souches et des artères pulmonaires, et seulement de part et d'autre de la colonne médiane : le double obstacle osseux et cardio-vasculaire vient s'opposer à toute bonne visibilité de la région médiastino-hilaire.

**Le film Standard de profil** ne donne qu'une superposition d'images ne permettant pas une dissociation précise des éléments de cette région.

**Les positions obliques** nous renseignent sur les variations apportées à l'image de l'espace clair médiastinal par des modifications cardio-vasculaires ou ganglionaires, mais ces renseignements sont limités et bien souvent imprécis.

## LES METHODES DE CONTRASTE

Les méthodes de contraste ont apporté quelques précisions sur l'étude de cette région :

**La Bronchographie lipiodolée,** en isolant en quelque sorte l'image de l'arbre aérien du cliché thoracique, en constitue une excellente analyse anatomique.

Mais elle ne donne de la trachée, de l'éperon trachéal et des bronches souches que des images fragmentées et souvent incomplètes, et n'apporte que des renseignements très limités sur les autres éléments ganglionnaires ou vasculaires de la région médiastino-hilaire.

C'est, d'autre part, un examen parfois difficile pour le médecin, toujours pénible et désagréable pour le malade.

**L'Angiocardiographie** donne également d'excellentes images des éléments vasculaires de la région médiastino-hilaire.

Mais, méthode pénible, non dépourvue de danger, nécessitant une technique spéciale et un appareillage encore insuffisant, elle présente en outre, des contre-indications majeures pour les sujets atteints de néphrites, d'hépatites graves, d'affections du myocarde avec troubles de la conductibilité, d'affections coronariennes..., c'est-à-dire nombre de malades pour lesquels l'exploration des gros vaisseaux du médiastin serait nécessaire.

## LA TOMOGRAPHIE

Il semblerait à première vue que, grâce à son pouvoir analytique général, la tomographie permette l'étude complète plan par plan, de tous les constituants de la région médiastino-hilaire, et cela en prenant des clichés sous une seule incidence. Il n'en est rien.

Les lois qui président à la formation de l'image tomographique, et que nous étudierons plus loin, montrent, en effet, qu'il est impossible de reconstituer exactement une région à partir des coupes parallèles qui l'intéressent.

D'autre part, sur une coupe radiologique, figurent, outre la représentation de la tranche anatomique choisie, les images, plus ou moins déformées, des organes contenus dans les tranches voisines.

Certains de ceux-ci, par leur opacité et leur dimension, jettent sur les coupes une ombre qui masque les images sur lesquelles ils se projettent.

### Incidence de face.

C'est le cas du cœur, des gros vaisseaux et de la colonne dorsale qui, en incidence de face nuisent considérablement à la netteté des images obtenues.

Ainsi, malgré une bonne visibilité de la trachée, de la bifurcation trachéale et des bronches souches, la région médiastino-hilaire dans son ensemble échappe à l'examen tomographique de face : Le balayage d'organes trop volumineux et trop opaques ne permet d'en obtenir que des images peu précises d'après lesquelles une étude morphologique détaillée est impossible.

**L'incidence transverse** lui est supérieure et montre plus de détail. Dans leur très intéressant rapport sur l'Anatomie Radiologique des Poumons, MM. Chatton et Maleki ont montré tous les résultats que l'on pouvait espérer des tomographies

transverses. C'est surtout dans les coupes distantes de 3 à 4 centimètres du plan médian que ces auteurs obtiennent leurs plus beaux clichés, montrant l'image des éléments qui sont contenus dans le plan para-médiastinal. Mais il n'y a pas de dissociation précise entre les images des différents éléments broncho-vasculaires et plus particulièrement entre les éléments artériels et veineux de cette région.

Nous voyons donc que, malgré son apport considérable, la tomographie dans les positions classiques de face et de profil ne permet pas de détailler complètement cette région.

Au VII[e] Congrès des Médecins Electro-Radiologues de langue Française, qui a eu lieu à Paris en octobre 1949, Vallebona a présenté d'excellentes images thoraciques qu'il a obtenu avec sa nouvelle méthode de **coupes horizontales.**

La Stratigraphie horizontale, associée à la stratigraphie classique, permet ainsi l'exploration du poumon dans les trois dimensions de l'espace et paraît destinée à un brillant avenir.

Les images obtenues sont le plus souvent très nettes car l'élimination de l'ombre parasite est obtenue non plus par un estompage dû à son déplacement, mais par sa projection quasi-totale hors du cliché.

Mais ce n'est encore qu'une méthode exceptionnelle nécessitant une installation qui n'est réalisée, à notre connaissance, qu'à l'Institut Radiologique de Gênes.

Devant les résultats insuffisants obtenus par la tomographie dans les incidences classiques de face et de profil, M. Thibairenq, assistant de radiologie au Centre de Phtisiologie de Purpan, entreprit l'étude de la région médiastino-hilaire en position oblique.

Après avoir expérimenté sous diverses incidences, c'est en plaçant le sujet à 45° qu'il obtint les clichés ou les images des différents éléments de la région étaient le mieux dissociées.

Mais les premiers clichés ainsi obtenus étaient d'interprétaton délicate : M. le Professeur Pouilhès et M. Lacomme entreprirent alors parallèlement une étude anatomique de cette région, vue sous la même incidence, afin de reconstituer anatomiquement chaque plan de coupe tomographique.

Les auteurs arrivèrent ainsi à une identification précise des

éléments constitutifs de l'image tomographique médiastino-hilaire grâce à l'étude comparative des coupes congelées du thorax et des clichés tomographiques correspondants (les sujets tomographiés étant choisis de même corpulence que les sujets congelés).

Les résultats de cette étude anatomo-radiologique ont fait l'objet d'une première communication à la Société d'Electro-Radiologie du Sud-Ouest réunie à Toulouse le 30 mai 1949.

Ce travail est à l'origine de trois thèses :

— Celle de M. Soubirous concernant l'étude anatomique des hiles en obliques;

— Celle de M. Charbitt concernant l'étude tomographique de l'artère pulmonaire;

— Et la nôtre, que nous consacrerons plus particulièrement à la réalisation technique du travail tomographique, à la discussion de quelques notions radiologiques et aux conclusions que nous en avons déduites.

# Définition

La tomographie est une méthode d'examen radiologique qui permet d'obtenir sur un cliché non plus la représentation de la totalité d'un organe par sommation d'images provenant de ses plans successifs, mais seulement l'image d'une tranche sélectionnée de cet organe, avec effacement des couches antérieures et postérieures à cette tranche.

Ls premiers auteurs qui ont étudié et mis au point la méthode d'examen radiologique en coupe ont proposé des appellations différentes : planigraphie pour les Hollandais; biotomie, radiotomie pour les Français; stratigraphie pour les Italiens; tomographie pour les Allemands.

Le Professeur Didiee a proposé la dénomination de « méthodes radiotomiques » pour l'ensemble des techniques permettant l'étude séparée des différents plans d'un organe.

## HISTORIQUE

Dans l'histoire de la radiotomie nous trouvons les noms de trois grands pionniers qui furent chacun à l'origine d'une nouvelle étape dans l'étude de cette branche de la radiologie :

— Karol Mayer,
— Bocage,
— Vallebona.

C'est en juillet 1914 que, le premier, le Professeur Karol Mayer, de Poznan, exposa les principes de l'exploration radiologique en coupes d'un corps. Mais sa méthode consistant

dans la mobilisation de l'ampoule seule, le corps et la plaque restant immobiles, ne permettait d'obtenir nettement que l'image des plans du corps immédiatement au contact de la plaque. Le plan de coupe lui était donc imposé.

Il est suivi dans la même voie par l'ingénieur italien Baese, de Florence, qui met au point en 1915 un appareil basé sur ces principes.

C'est à un Français, le Docteur Bocage, que l'on doit le véritable principe de la tomographie. En 1917, il établit le schéma général de sa méthode qui lui permet d'isoler dans les tissus la région intéressante; il met son procédé au point en 1920 et prend le brevet de son invention en juin 1921.

La coupe radiologique est alors obtenue par addition au mouvement de l'ampoule d'un déplacement du film synchrome, parallèle, de sens opposé et dans un rapport de grandeur constant.

En 1922, le Hollandais Ziedses des Plantes, sans avoir eu connaissance des travaux de Bocage, publie son travail personnel et expose les mêmes principes que ce dernier.

Il réalisera pratiquement son idée neuf ans plus tard, avec son planigraphe.

En 1927, l'Allemand Pohl publie un ouvrage sur la représentation des coupes radiographiques.

Il faut attendre jusqu'en 1930 pour que l'énoncé théorique formulé par Bocage, trouve son application pratique. C'est, en effet, au Professeur Allessandro Vallebona, de Gênes, que revient le mérite d'obtenir les premières radiographies en coupes de l'organisme vivant; il publia, en 1930, les premières images radiologiques en coupes du crâne.

A la même époque, Bistolfi expose les bases géométriques de la tomographie.

En 1933, Bartelinck publie en Allemagne deux articles sur la tomographie, illustrés par des clichés qu'il affirme avoir pris en 1930.

C'est au IV[e] Congrès de Radiologie de Zurich, en 1934, que Vallebona présente les premiers clichés de stratigraphie pulmonaire et que le Professeur Maragliano attire l'attention sur l'importance qu'est appelée à prendre cette nouvelle méthode.

En 1935, au Congrès Allemand de la Tuberculose, CHAOUL et GROSSMANN publient la première étude approfondie de tomographie pulmonaire.

Ce sont les recherches techniques de GROSSMANN qui sont à l'origine de l'essor de la méthode tomographique en Allemagne .

En France, les premières applications pratiques remontent sensiblement à la même époque : elles sont dues au Médecin-Colonel BUFFÉ qui inspire à son élève NAUD une thèse très documentée, première monographie d'ensemble parue dans notre langue sur le sujet.

Depuis, une vaste expérimentation a été faite dans à peu près tous les domaines du radiodiagnostic et nous ne saurions citer ici tous les travaux aussi nombreux que variés qui ne cessent de paraître dans tous les pays.

Il nous paraît cependant intéressant de signaler les récents travaux de FRAIN et LACROIX en France, et de VALLEBONA en Italie, qui mettent au point en 1947 l'étude expérimentale de la stratigraphie horizontale, dont la première analyse géométrique fut publiée en 1938 par KIEFFER dans l'*American Journal of Roentgenology*.

VALLEBONA en réalisa la première application pratique quelques mois plus tard.

Ainsi les méthodes radiotomiques, entrées récemment dans la pratique, sont encore en pleine phase d'expérimentation radioclinique. Les techniques s'affirment et se perfectionnent; les indications se font de plus en plus nombreuses, et il apparaît souhaitable que la pratique de cette « méthode d'appoint » se répande de plus en plus, venant apporter en complément d'examens classiques, des renseignements que ceux-ci ne peuvent fournir.

# Principes

# de la Radiographie en Coupe

« Si pendant la prise d'un cliché, le focus du tube radiogène et le film sont reliés par un mécanisme de transmission tel que leurs déplacements soient toujours synchrones, parallèles, de sens opposés et dans un rapport de grandeur constant, il existe entre eux, dans l'espace, un seul plan fixe dont chaque point a toujours pour ombre sur le film un même point : donc, seuls, les organes contenus dans ce plan sont nets. Les autres organes ne donnent toujours que des ombres diffuses, car chacun des points qui les composent a, sur le film, une ombre d'autant plus mobile qu'ils sont plus éloignés de ce plan et que les mouvements du tube sont plus étendus » (Bocage, brevet français 536.464, du 3 juin 1921).

Une simple construction géométrique permet de schématiser ce principe (fig.1).

Lorsque le focus du tube radiogène effectue la translation qui l'amène de S en S' le film se déplace de P en P'. Leurs déplacements sont synchromes parallèles, de sens opposés et dans un rapport de grandeur constante. Il existe donc un seul plan fixe, xy, dont chaque point a constamment pour ombre sur le film un même point.

Soit D la distance du tube S à ce plan de coupe, E la distance de ce plan au film, la situation de ce plan par rapport au tube et au film est fixée par le rapport d'homothétie : $P\,P' \times D = S\,S' \times E$ toute données qui sont régies par la construction. On en tire :

$$\frac{E}{D} = \frac{P\,P'}{S\,S'}$$

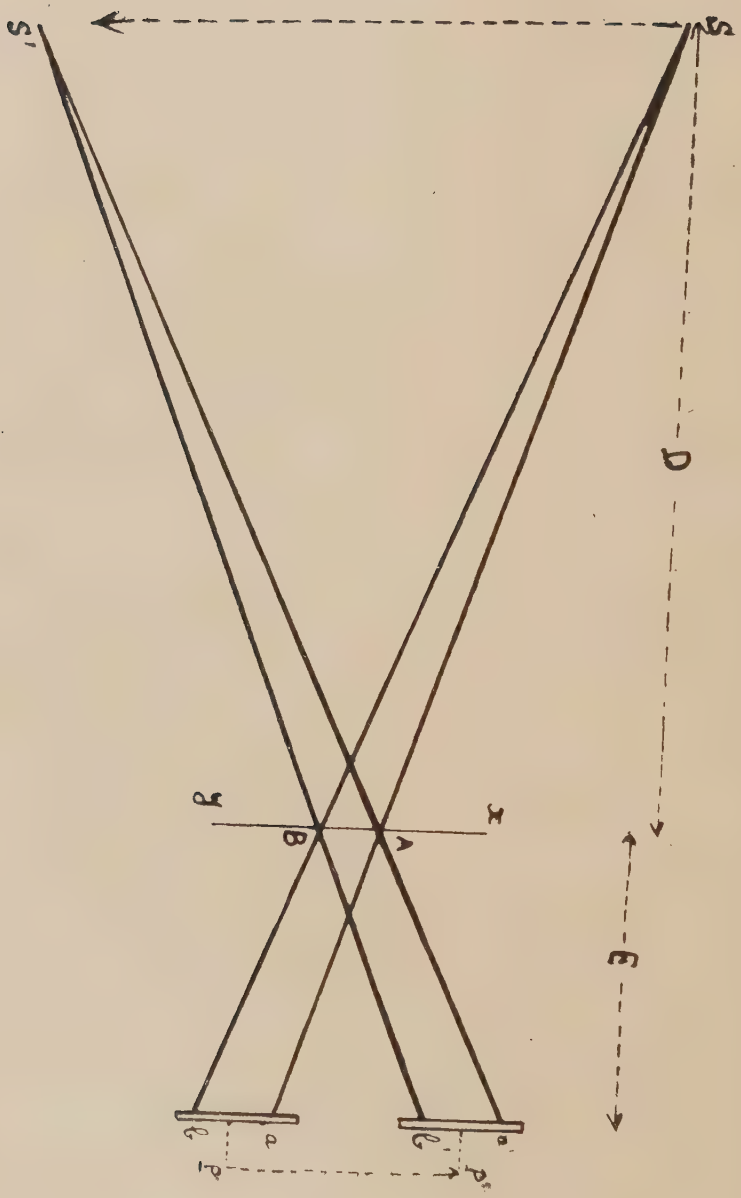


FIGURE 1

Etudions ce qui se passe pour deux points A et B d'un objet situé dans le plan de coupe. Ils se projettent successivement en a b et en a' b'. D'après les lois de l'homothitie, on voit que :

$$a\ a' \times D = S\ S' \times E$$
$$b\ b' \times D = S\ S' \times E$$

d'où :

$$a\ a' = b\ b' = P\ P'$$

les points a et a' d'une part et les points b et b' d'autre part se confondent donc bien sur le film et les points A et B ont donc respectivement pour ombre sur le film un même point pendant toute la durée du déplacement.

L'image du segment A B se projette en a b légèrement aggrandie dans le rapport $\frac{a\ b}{A\ B} = \frac{D + E}{D}$ qui reste constant pendant tout le déplacement et que l'on appelle coefficient de grandissement de l'image par rapport à l'objet. Nous voyons que ce coefficient est le même pour tous les objets situés dans ce plan et qu'il est d'autant plus petit, la distance entre le tube et le film restant la même, que le plan de coupe est plus près du film.

## ETUDE DES POINTS SITUES ENTRE LE PLAN DE COUPE ET LE FILM (fig. 2)

Par suite de la translation a a' = P P' des images extrêmes du point A, a et a' se projettent au même point du film et donnent une image nette du point A. Pour les points tels que M situés entre le plan de coupe x y et le film à une distance h de ce plan, les images extrêmes m m' apparaissent sur le film espacées de :

$$a\ a' - m\ m' = K$$

K représentant la « traînée d'effacement ».

On voit que $m\ m' = \frac{S\ S' (E - h)}{D + h}$

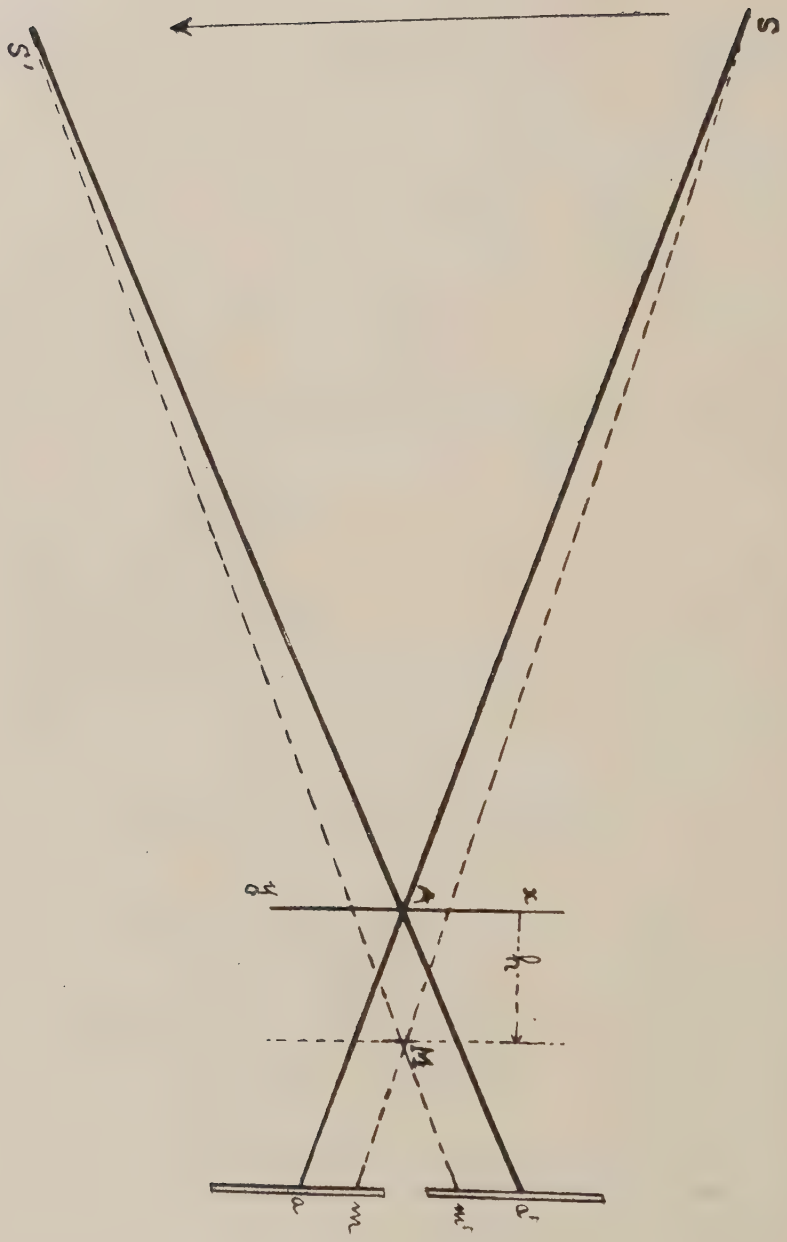


FIGURE 2

Si h = O m m' = P P' et K = O
Si h = E m m' = O et K = P P'

La longueur de la traînée d'effacement varie donc de P P' (ou a a'), lorsque le point est au contact du film, à O, lorsque le point est dans le plan de coupe suivant la formule :

$$K = P\,P' - \frac{S\,S'\,(E - h)}{D + h}$$

Cette fonction est représentée graphiquement par la courbe en pointillée de la figure 3.

On voit donc que plus le point M s'éloignera du plan de coupe plus son image sur le négatif final sera diffuse car elle sera donnée par une ombre plus mobile.

## ETUDE DES POINTS SITUES ENTRE LE PLAN DE COUPE ET LE TUBE RADIOGENE (fig. 4)

Pour les points tels que N, situés entre le plan de coupe x y et le tube radiogène a une distance h' de ce plan, les images extrêmes n n' apparaissent sur le film espacées de :

$$n\,n' - P\,P' = K$$

on voit que $n\,n' = \frac{S\,S'\,(E + h')}{D - h'}$

si h' = O, n n' = P P' et K = O.

Si h' = D, n n' augmente à l'infini, ainsi que K. La longueur de la traînée d'effacement K varie donc de O pour un point situé dans le plan de coupe, à l'infini lorsque ce point est au niveau du focus du tube radiogène, suivant la formule :

$$K = \frac{S\,S'\,(E + h')}{D - h'} - P\,P'$$

cette fonction est également représentée graphiquement par la courbe en pointillé de la figure 3.

On voit donc que plus le point s'éloignera du plan de coupe plus son image sur le négatif final sera diffuse.

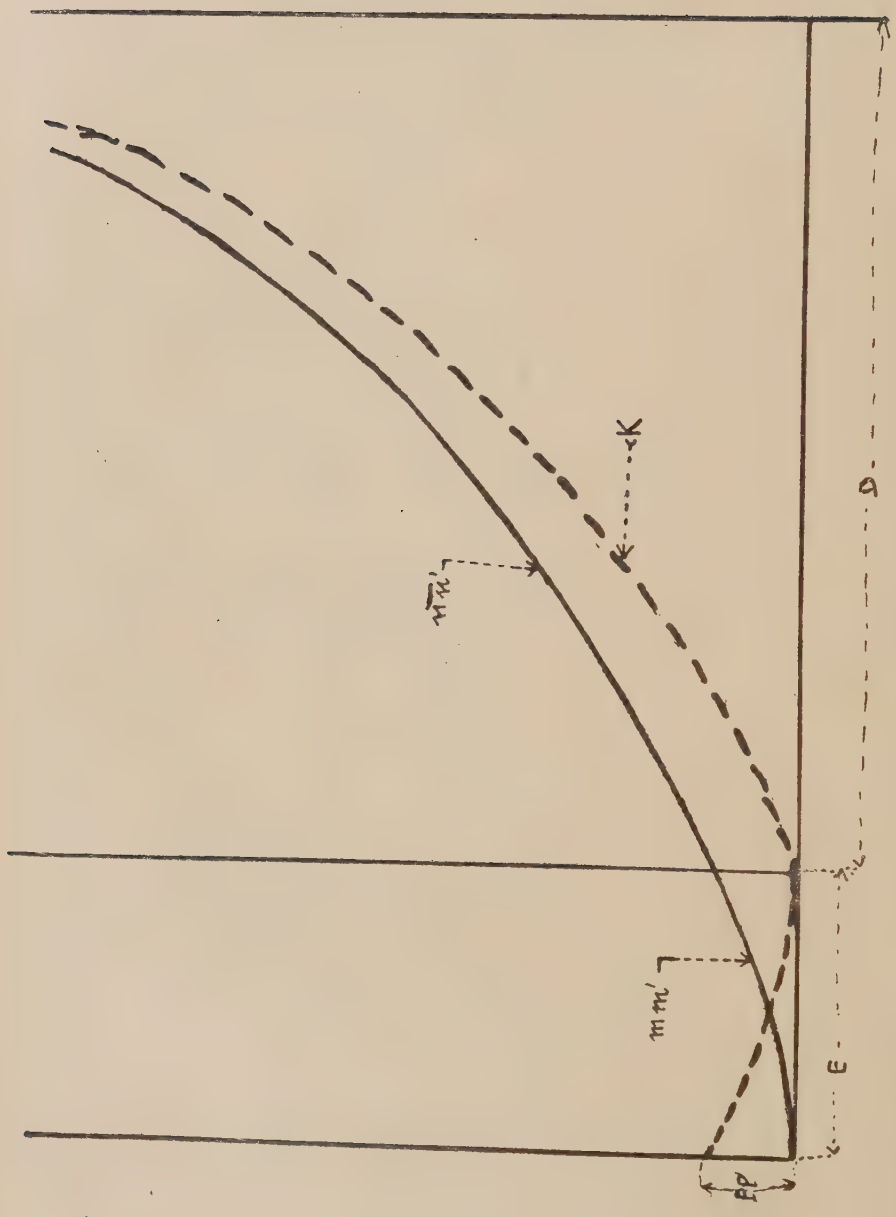


FIGURE 3

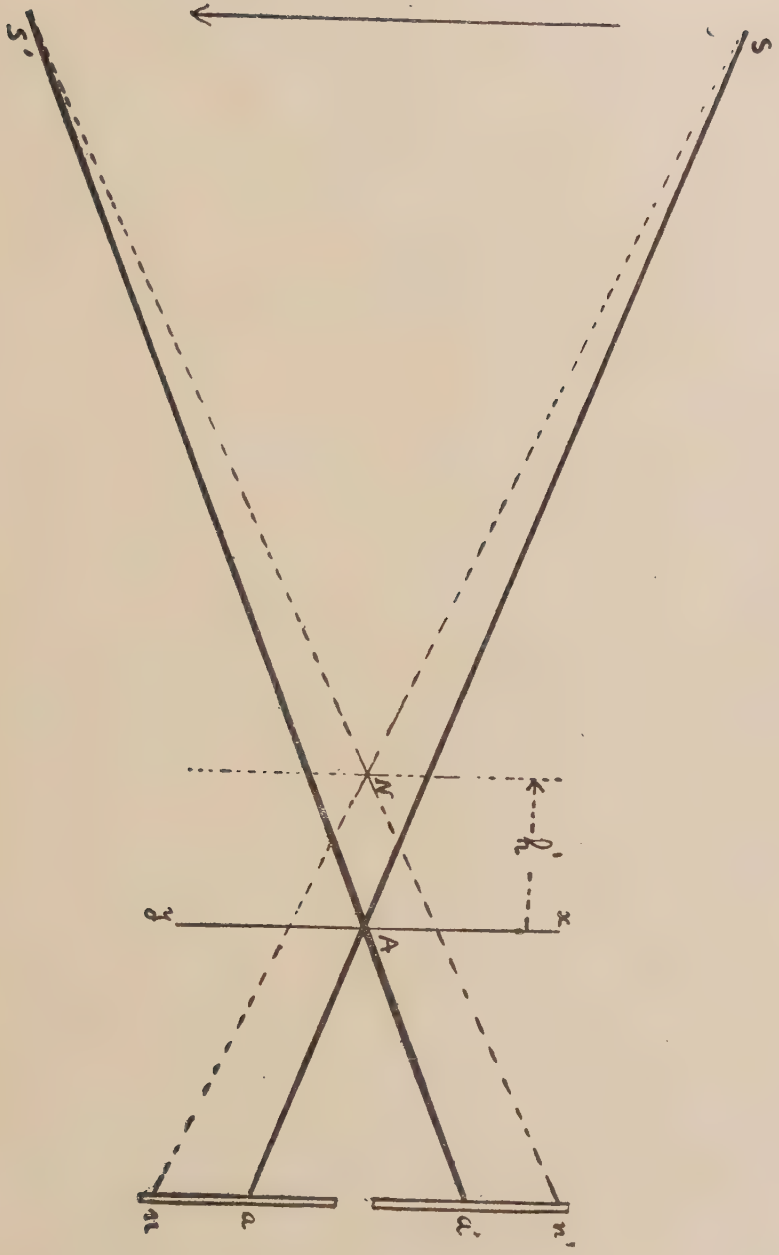


FIGURE 4

## EPAISSEUR DU PLAN DE COUPE

L'épaisseur du plan de coupe est essentiellement fonction de la tolérance apportée à la grandeur de la « traînée d'effacement », qui devient l'équivalent du pouvoir résolvant radiotomique. C'est la distance qui sépare deux plans situés de part et d'autre du plan de netteté parfaite, et dans lesquels l'effacement est optiquement tolérable.

En fixant à la tolérance admise pour les traînées d'effacement une valeur K, l'épaisseur du plan de coupe $H = h + h'$ se définit ainsi :

$$h = \frac{D\,K}{S\,S' + P\,P' + K} \qquad h' = \frac{D\,K}{S\,S' + P\,P' - K}$$

d'où :

$$H = \frac{2\,D\,K}{S\,S' + P\,P' - K^2}$$

L'épaisseur du plan de coupe varie donc en raison inverse de l'amplitude des déplacements SS' et PP'. Cette épaisseur diminue également si le plan de coupe s'éloigne du film, mais alors le coefficient d'aggrandissement augmente et l'image obtenue devient floue

# Etude de l'Image Tomographique

Chacun de leur côté, Messieurs Didiee et Tillier ont publié sur ce sujet divers travaux où nous avons puisé maints renseignements.

Nous rappellerons tout d'abord quelques lois qui président la formation de l'image radiologique, et qui s'appliquent également, avec quelques variantes, dans le cas particulier de la tomographie.

Nous savons que l'image radiologique est une projection de tous les points de l'objet sur un même plan : la surface sensible de la plaque.

## LOI DES TEINTES

Pour une épaisseur donnée, la teinte de l'image fournie par un faisceau de caractéristiques déterminées est fonction de la densité du corps radiographié et du nombre atomique des éléments qui le constituent : c'est une conséquence de la loi générale de l'absorption des rayons.

En effet, chaque point de l'image ne représente pas autre chose dans sa densité que le pouvoir actinique restant d'un faisceau élémentaire de rayon X, plus ou moins affaibli par absorption le long de son parcours. C'est l'inégalité de cet affaiblissement qui donne les images de contraste.

Il s'agit donc d'une sommation qui est fixe pour une incidence donnée.

## LOIS DES INCIDENCES TANGENTIELLES

Un trait prend naissance dans une image radiologique lorsque le rayon incident aborde tangentiellement la surface d'un objet opaque ou la surface séparant deux objets d'opacités différentes.

Le contraste, opaque ou clair, obtenu sera d'autant plus net que la surface de séparation de ces deux objets sera mieux orientée dans le sens des rayons incidents.

Dans la technique tomographique les mêmes règles rentrent en jeu mais se compliquent du fait qu'il s'agit d'une sommation mouvante, résultant d'éléments qui, pour un même cliché, présentent un mouvement relatif continu et d'autant plus ample qu'ils sont plus éloignés du plan de coupe, seuls restant absolument fixes ceux qui font partie de ce dernier.

L'image tomographique est donc la résultante de toutes les images élémentaires prises sous des angles d'incidence différents (l'angle d'incidence étant l'angle sous lequel le rayonnement aborde le plan de coupe de l'objet).

Or, la constitution de l'image dépend de l'incidence : l'image tomographique sera donc, en réalité, la résultante d'une série d'images différentes entr'elles, et cela même dans le plan de coupe par suite de la loi des incidences tangentielles.

Pour qu'un détail anatomique donne un trait sur l'image tomographique, il suffira donc pas que ce détail soit situé dans le plan de coupe, mais il faudra encore que le rayonnement soit tangentiel à une de ses surfaces au niveau de ce plan. Or, nous savons que l'incidence varie au cours de la tomographie : le trait sera d'autant plus net que le détail auquel il correspond sera tangent au rayonnement sur un plus grand nombre de clichés élémentaires.

Pour obtenir une bonne image tomographique, il faudra donc, non seulement déterminer exactement le plan de coupe, mais encore orienter ce plan de façon que le détail à étudier reste le plus longtemps possible tangentiel au rayonnement pendant le mouvement du tube.

## L'IMAGE TOMOGRAPHIQUE

L'effet stratigraphique est dû à deux facteurs opposés et connexes : la mise au point sélective et le balayage parasite.

Nous avons vu en étudiant l'épaisseur du plan de coupe que de part et d'autre de ce plan idéal un balayage progressivement croissant produit sur le cliché un effet d'estompage et qu'il n'y a pas de démarcation nette entre l'image du plan idéal et des plans immédiatement situés de part et d'autre.

Il n'y a pas de saut absolu entre la netteté tolérable et le flou absolu.

L'image tomographique se compose donc de trois images distinctes :

— L'image du plan de coupe, idéale et nette;
— L'image des plans voisins, optiquement tolérable;
— L'image des plans lointains, illisible et floue.

### Image du plan de coupe.

C'est une image idéale que nous ne parvenons jamais à dissocier avec précision des plans voisins. C'est à elle que s'appliquent avec rigueur les constructions géométriques. Mais ce n'est que l'image des éléments qui, dans le plan de coupe sont tangentiels au rayonnement pendant au moins une partie de son trajet. C'est pourquoi c'est une image incomplète.

### Image de plans voisins.

En pratique, l'image du plan de coupe s'enrichit de l'image des plans voisins, moins nette mais encore lisible, pour lesquels les traînées d'effacement sont optiquement tolérables. C'est donc l'image d'une véritable tranche anatomique, d'épaisseur variable suivant la technique mais toujours mal définie, que nous obtiendrons sur le cliché. Cette « tranche utile » ayant une certaine épaisseur, la loi des teintes entre donc en jeu et nous permet d'obtenir, même sous des incidences non tangentielles, des images à contours dégradés mais le plus souvent lisibles.

Si l'on amincit à l'extrême l'épaisseur de la « tranche utile »,

en augmentant l'amplitude des déplacements du tube et du film par exemple, l'image est plus nette, mais aussi plus pauvre en détail.

Si l'on augmente au contraire cette épaisseur, l'image obtenue est plus riche en détails mais on n'obtient pas un fort effacement des ombres, ce qui peut nuire à la bonne interprétation du cliché.

Ces techniques peuvent êtres toutes les deux utiles selon les cas, et nous pensons qu'il faut en général se contenter d'un moyen terme : on ne doit pas, en effet, afin d'obtenir un fort effacement des ombres, renoncer à ce qui est détail et définition de la couche étudiée.

**Images des plans lointains.**

Images parasites, elles devraient être illisibles, floues, réduites à un fond continu homogène et neutre.

En pratique, elles dépendent de *la forme du balayage :* selon que le tube sera animé d'un mouvement uni ou multidirectionnel, qu'il effectuera une trajectoire rectiligne circulaire, ou spiralée..., le brouillage sera plus ou moins proche de la perfection technique. Mais les ombres à estomper étant infiniment variables dans leur étendue, dans leur forme, dans leur constitution..., elles ne sont jamais complètement éliminées et interviennent au titre « d'images de sillage » qui gênent trop souvent l'interprétation du cliché. Ces images de sillage sont heureusement déformées, et leur déformation, caractéristique du mode de balayage employé, permet souvent de les reconnaître : c'est ainsi qu'elles ont un aspect « ratissé » avec le déplacement vertical du tube pour le stratix.

Ces images de sillage sont surtout marquées lorsque les plans lointains contiennent des éléments d'absorption remarquable (éléments très opaques, ou au contraire très transparents aux rayons X, tels que la trachée, les vertèbres, par exemple) : leurs ombres viennent alors en surimpression de l'image de la tranche utile.

D'autre part, si le hasard fait coïncider la trajectoire du balayage avec la surface de tangence d'un organe, l'effacement de l'image parasite ne se produit pas, quel que soit le niveau

par lequel passe la coupe. C'est encore le cas de la colonne vertébrale, et de l'épine de l'omoplate avec le déplacement du stratix : leurs images se projettent, en incidence de face, jusque sur les coupes des plans antérieurs du thorax.

Nous avons pu cependant, par l'expérience, éliminer la majeure partie de ces images de sillage et obtenir ainsi des images nettes :

— En augmentant la distance entre le film et le tube (deux mètres semblent nécessaire et suffisant).

— En assurant au déplacement latéral de la grille un mouvement régulier et exempt de vibrations.

— En augmentant la longueur d'ondes des rayons X incidents c'est-à-dire en diminuant le kilovoltage sous lequel ils sont émis.

— En plaçant, pour les prises de tomographies de profil ou d'oblique, la majeure partie du parenchyme pulmonaire entre le film et le plan de coupe, ne laissant entre celui-ci et le tube que la plus faible épaisseur de tissu possible.

N'ayant pu expliquer totalement ces faits par les différentes lois de l'optique géométrique, nous pensons que d'autres facteurs entrent en jeu dans la formation de ces images parasites. Parmi ceux-ci, le facteur diffusion paraît jouer un rôle non négligeable.

## FACTEUR DIFFUSION

Il est un fait bien connu des pneumologues : l'impossibilité d'obtenir de bonnes images tomographiques d'un sujet qui a du lipiodol dans son arbre aérien. Le lipiodol, corps de poids atomique élevé, émet à partir du rayonnement incident, un rayonnement secondaire qui diffuse sur toutes les coupes. Nous pensons que ce phénomène explique, du moins en partie, la persistance de certaines images de sillage, celles des épines scapulaires par exemple : le *Ca*, corps relativement lourd, se comporte de façon identique au lipiodol.

Il n'entre pas dans le cadre de ce travail de traiter les notions physiques des diffusions. Nous rappellerons seulement qu'il existe deux types de diffusion :

1° *Une diffusion sans changement de longueur d'onde :* Le coefficient de diffusion est alors donné par la relation de THOMSON :

$$Cat = Z \frac{8 \pi e^4}{3 m^2 C^4}$$

dont nous retiendrons seulement que la diffusion est proportionnelle au poids atomique du corps frappé par le rayon incident, pour les longueurs d'ondes habituellement utilisées.

2° *Une diffusion avec changement de longueur d'onde :* (la longueur d'onde qui en résulte étant supérieure à la longueur d'onde du faisceau de rayons X incident) : c'est l'effet COMPTON, très appréciable sur les corps légers (dont le tissu pulmonaire fait partie) et dont l'importance augmente lorsque la longueur d'onde des rayons incidents diminue.

Nous voyons donc que :

— En obtenant un bon réglage du déplacement latéral de la grille on minimise l'effet du rayonnement secondaire.

— En augmentant la longueur d'onde du faisceau de rayons X incident on diminue la diffusion par effet COMPTON.

— En faisant passer le plan de coupe dans l'hémisphère postérieur du thorax, la plus grande partie du parenchyme pulmonaire est placée le plus loin possible du tube, et la diffusion par effet COMPTON est moins importante.

Ce qui semble expliquer nos résultats expérimentaux.

Remarquons que si l'avantage d'avoir le plan de coupe situé dans l'hémisphère postérieur du thorax est réel pour les positions de profil et d'oblique, il ne paraît pas être très appréciable dans les tomographies de face car, dans ce cas, l'épaisseur du parenchyme pulmonaire situé en arrière du plan de coupe est toujours assez faible pour un sujet normal.

# Repérage des Plans de Coupe

Avant d'exposer la technique qui nous permet actuellement d'obtenir facilement et avec une approximation suffisante l'image des plans de coupe choisis, il nous paraît utile de rappeler comment a pu être établie la concordance entre les dessins des « tranches anatomiques » et les images tomographiques correspondantes; car, s'il est facile de concevoir séparément l'étude radiologique et l'étude anatomique sous cette incidence de 45°, la réalisation pratique de la méthode qui a permis leur étude comparative a présenté de nombreuses difficultés.

## REALISATION DES TRANCHES ANATOMIQUES

C'est à dessin que nous employons le terme de tranche anatomique et non de coupe, car la coupe anatomique idéale, qui ne tient pas compte des éléments placés immédiatement en avant et en arrière du plan sécant, ne peut être confrontée avec une image tomographique qui représente, ainsi que nous l'avons vu, une certaine épaisseur de tissu.

Le dessin anatomique de cette « tranche », dessin qui pourra être comparé à l'image tomographique de la « tranche utile », a été obtenu par la superposition du dessin de la coupe anatomique correspondant au plan de coupe et des dessins des coupes anatomiques correspondant aux plans situés à un centimètre en avant et un centimètre en arrière de ce plan de coupe.

Les coupes étant numérotées, nous désignerons les « tranches » ainsi obtenues par le numéro de la coupe centrale.

## NUMEROTAGE DES PLANS DE COUPE (fig. 5).

Les plans de coupes devant faire un angle de 45° avec le plan dorsal, nous avons établi de la façon suivante le numérotage de ces plans en prenant pour point de repère la ligne des apophyses épineuses.

— Le plan O part de la ligne des apophyses épineuses et coupe le plan dorsal sous un angle de 45°.

— Dans le plan dorsal, traçons une ligne horizontale C, qui s'étend vers la ligne axillaire et, tout le long de cette ligne, marquons tous les 1,5 centimètres des repères numérotés dans l'ordre : 1, 2, 3, 4...

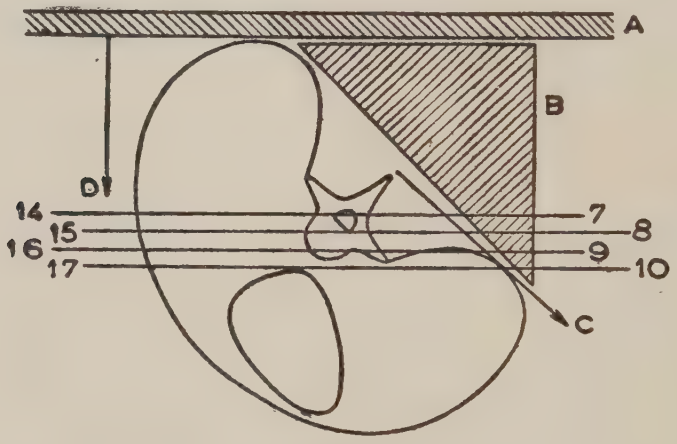


FIGURE 5

Les plans de coupes correspondants, parallèles au plan O, seront distants de 1 centimètre (l'approximation de 1,5 cm. au lieu de $\sqrt{2}$ cm. est, en effet, amplement suffisante pour correspondre à des plans séparés de 1 cm.).

## REALISATION DE CES COUPES

L'obtention directe de ces coupes sur des cadavres, même bien congelés, se serait heurtée à d'insurmontables difficultés. Aussi les auteurs ont eu recours au procédé suivant :

— Ils ont d'abord fait des coupes anatomiques horizontales centimètre et demi par centimètre et demi.

— Sur ces coupes horizontales, ils ont tracé des lignes obliques à 45° au plan dorsal. Chacune de ces lignes traverse divers éléments, que l'on reporte à l'échelle sur les traits correspondants d'une grille.

Ce procédé permet ainsi de reconstituer le dessin de la coupe anatomique correspondant au plan qui passe par toutes ces lignes superposées (fig. 6).

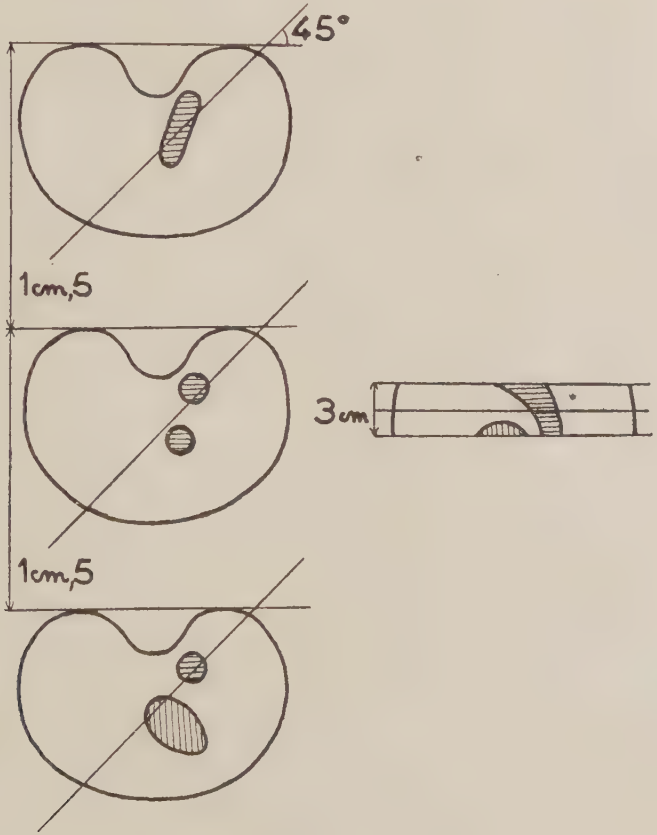


FIGURE 6

# Repérage Tomographique de ces Tranches

Pour faire prendre au sujet une position oblique à 45° par rapport au dossier, parallèle au plan de coupe, du tomographe, les auteurs ont fait construire un petit dossier amovible formé de trois petits panneaux de contreplaqué : deux de ces panneaux, a et b, de même longueur, formant un angle de 90°, le troisième panneau, c, se trouve incliné de 45° sur chacun des deux premiers qui peuvent être appliqués sur le dossier du tomographe.

Nous avons fait figurer ce dossier en hachuré sur la figure n° 5, et l'on peut voir que, si le sujet applique son dos sur c, il place son plan dorsal incliné à 45° par rapport au plan de coupe.

Le sujet étant dans cette position, nous pouvons user de deux procédés pour trouver les repères correspondants aux repères anatomiques.

**Premier procédé :** Sur le tomographe stratix, il existe un index permettant de repérer sur le sujet le plan de coupe.

Si l'on fait percer à travers le dossier amovible des fenêtres, on peut amener cet index au contact direct de la ligne des apophyses épineuses du sujet. Nous aurons ainsi le plan O, dont nous lirons la position sur le chariot mobile du tomographe. Il suffira alors de déplacer ce chariot du nombre voulu de centimètres pour obtenir le plan de coupe désiré.

**Deuxième procédé :** Le chariot du tomographe se déplaçant devant un index, numéroté centimètres par centimètres dont

FIGURE 7

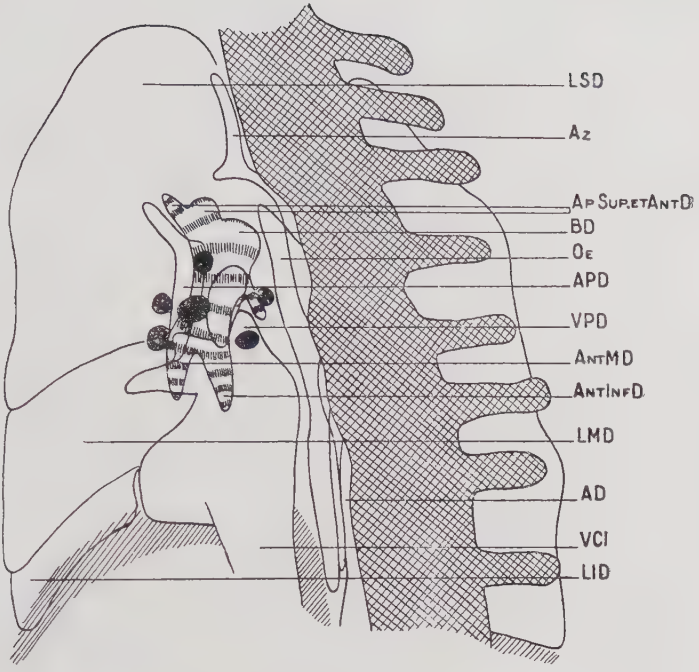


FIGURE 8

FIGURE 7 bis

O.A.G. 14

le O correspond au dossier, il nous paraît plus simple d'utiliser ce numérotage. Mais il y a une condition indispensable pour cela : il faut que le sujet plaque bien son dos sur le dossier amovible et touche en même temps le dossier du tomographe avec son bord axillaire. La concordance est alors satisfaisante entre les repères donnés par le chariot du tomographe et les repères des anatomistes.

Prenons par exemple le cas de la figure 5 : Nous avons placé le sujet en position oblique antérieure gauche pour l'étude de son hile droit. Les distances numérotées en centimètres : 14, 15, 16 et 17 du chariot du tomographe correspondent aux repères 7, 8, 9 et 10 des tranches anatomiques partant de la ligne allant des apophyses épineuses à la ligne axillaire gauche.

Ces chiffres sont valables pour un sujet de taille et de corpulence moyenne. Ils varient peu avec les sujets, les corrections n' étant que de l'ordre de 1 à 3 centimètres entre un thorax très maigre et un thorax très gras : on ne risque guère que d'avoir à faire une ou deux coupes de plus.

Voici, à titre d'exemple, la représentation du dessin anatomique de la coupe n° 7 que l'on peut confronter avec l'image tomographique passant par un plan situé à 14 centimètres du plan du dossier du tomographe, le sujet étant en position oblique antérieure gauche. Ce plan de coupe intéresse donc la région hilaire droite (fig. 7, 7 bis et 8).

# Le Plan de Coupe doit se trouver dans l'Hémisphère postérieur

Qu'il s'agisse de positions obliques ou de profils, nous appellerons plan équatorial le plan de coupe qui laisse en avant et en arrière de lui la même épaisseur de thorax, l'hémisphère antérieur étant constitué par la partie du thorax située entre ce plan et le film, et l'hémisphère postérieur par la partie du thorax située entre ce plan et le tube.

Nous employons ces termes, bien qu'ils soient inexacts, puisqu'il ne s'agit pas d'un corps spérique, parce qu'ils nous paraissent donner une représentation plus imagée des niveaux par où passent les plans de coupes.

Il faut toujours placer le sujet de façon à ce que le plan de coupe recherché se trouve toujours dans l'hémisphère postérieur si l'on veut obtenir une image nette, la limite de netteté de ces images étant donnée pour les plans de coupes passant par le plan équatorial.

Toutes les coupes faites dans l'hémisphère antérieur manquent de netteté, et lorsqu'il s'agit de coupes médiastinales, ce manque de netteté est tel que ces coupes sont pratiquement inutilisables. Nous allons montrer quelques clichés destinés à illustrer cette notion.

Il nous a semblé logique de présenter ces clichés dans la même orientation que si l'on avait à faire à des profils vrais : c'est-à-dire la colonne dorsale à gauche pour les clichés intéressant la région médiastino-hilaire droite, cette colonne étant à gauche pour les coupes passant par la région médiastino-hilaire gauche.

Nous allons montrer six clichés correspondant à des coupes

tomographiques passant par trois niveaux : le premier correspondant à la partie la plus médiastinale du hile droit, le deuxième à un plan plus externe de ce hile droit, et le dernier passant par le hile gauche, trois de ces coupes faites en O.A.G. et les trois autres en O.D.P.

Le premier plan médiastino-hilaire droit correspond dans les positions O.A.G. et O.D.P. au plan que nous avons appelé équatorial, car nous avons obtenu dans les deux positions des images superposables, le plan de coupe passant dans les deux cas à une même distance (16 cm.) du plan du dossier du tomographe, cette même épaisseur de 16 cm. étant celle de la partie du thorax placée en avant de ce plan vers le film. Ce sont les figures 9 et 10.

Nous voyons que ces images sont également superposables tant au point anatomo-radiologique qu'au point de vue netteté, en ce qui concerne les éléments de la région médiastino-hilaire.

Le deuxième plan, qui passe par la région la plus externe du hile droit, sera également examiné dans les positions O.A.G. et O.D.P. En O.A.G. (fig. 11), il passe par ce que nous avons appelé l'hémisphère postérieur, il est situé à 13 cm. du dossier du tomographe, donc à 3 cm. en arrière du plan équatorial; on image est nette.

En O.D.P. (fig. 12), ce même plan se retrouve à 19 cm. du dossier du tomographe, c'est-à-dire dans l'hémisphère antérieur à 3 cm. en avant du plan équatorial; l'image obtenue est floue et difficilement interprétable.

Les conditions inverses se retrouvent dans l'étude du plan passant par le hile gauche dans les positions O.A.G. (fig. 13) et O.D.P. (fig. 14).

En O.A.G. ce plan se trouve à 19 cm. du dossier du tomographe, soit dans l'hémisphère antérieur, et l'image est floue.

En O.D.P., ce plan est situé à 13 cm. du dossier, soit dans l'hémisphère postérieur, son image est nette.

Sans entrer dans les détails de l'interprétation anatomique de ces clichés, nous remarquerons simplement que ceux qui sont pris dans les plans favorables permettent une analyse très nette de la bifurcation trachéale, de la bronche souche intéressée et des éléments artériels (situés au-dessus et en

avant de la bronche), et des éléments veineux (en arrière et au-dessous de la bronche).

Nous pourrons conclure de ces constatations la nécessité de placer toujours le sujet dans la position qui permettra de situer le plan de coupe dans l'hémisphère postérieur, le plan équatorial étant la limite extrême de netteté.

# Conclusions

Notre travail était surtout destiné à la technique des tomographies thoraciques en positions obliques. Cette étude nous a conduit à envisager de nombreuses considérations s'appliquant à la production des images tomographiques en général et même à la production des images radiologiques.

1° Nous retiendrons surtout l'importance du facteur diffusion qui paraît beaucoup plus considérable en tomographie qu'en radiologie standard. Le fait d'incorporer à une tomographie une grille antidiffusante ne résout pas la question.

La plupart des auteurs qui ont étudié théoriquement la tomographie et les constructeurs qui en ont fait des réalisations pratiques paraissent n'avoir considéré que l'optique géométrique applicable à la réalisation des coupes. Si ce seul élément devait entrer en ligne de compte, les réalisations de tomographies circulaires à double mouvement épicycloïdal représenteraient théoriquement le brouillage le plus parfait des niveaux antérieurs et postérieurs du plan de coupe.

Dans une assez longue pratique quotidienne, les deux systèmes circulaire et vertical nous a montré une supériorité incontestable du système vertical pour la netteté des images, supériorité qui est encore plus manifeste lorsqu'il s'agit de réaliser des ocupse médiastinales, au milieu d'éléments d'opacité à peu près comparable.

Les réalisations de tomographies circulaires donnent un brouillage géométrique théoriquement parfait des éléments placés en dehors du plan de coupe, mais le déplacement relatif de ces éléments par rapport à ceux du plan de coupe reste faible et la grille ne suffit pas à supprimer la diffusion qui en résulte.

Dans la stratigraphie linéaire, nous avons vu que le meilleur rendement était obtenu avec les plus grandes distances plan de coupe-film et plan de coupe-tube et avec le plus grand angle de balayage. Dans ces conditions, le plan de coupe se trouvant dans ce que nous avons appelé l'hémisphère postérieur, le balayage est tel que l'image du plan priviliégié, située au départ du mouvement au-dessous des images des éléments qui lui sont antérieur chez le sujet, se retrouve en fin de mouvement au-dessus de ces images, ayant parcouru une distance qui doit être de l'ordre de la plus grande dimension du film.

La répartition sur toute la longueur du film de la diffusion des éléments étrangers au plan de coupe apparaît, pour la netteté des images tomographiques, une nécessité aussi importante que la réalisation uniquement géométrique de ces images.

La stratigraphie verticale, qui paraît réaliser au mieux ces deux conditions, nous a permis d'obtenir les meilleures images tomographiques du médiastin, dans les positions obliques. Un seul écueil théoriquement inévitable mais à notre avis peu gênant : de longues lignes osseuses comme l'épine scapulaire ou des éléments du rachis peuvent être prises dans l'axe du balayage et diffusé sur plusieurs coupes; un meilleur équilibrage du mouvement latéral de la grille nous a permis de réduire considérablement cet inconvénient.

2° Dans la réalisation des tomographies obliques du médiastin nous avons vu qu'on ne peut obtenir de bonnes images qu'avec une technique très rigoureusement appliquée : mise en place très précise du sujet à 45°, repérage très soigné du plan de coupe pour qu'il soit comparable aux reconstitutions anatomiques, situation de ce plan dans l'hémisphère postérieur, constantes électriques suivant le générateur et la ligne d'alimentation du secteur (dans le cas de notre appareillage : 60 à 65 KV. efficaces, temps de balayage inférieur à une seconde, angle de balayage de 35° et 400 mA.).

3° Ayant limité notre travail à une question de technique, nous ajouterons simplement que l'application des tomogra-

FIGURE 9

FIGURE 10

FIGURE 11

FIGURE 12

FIGURE 13

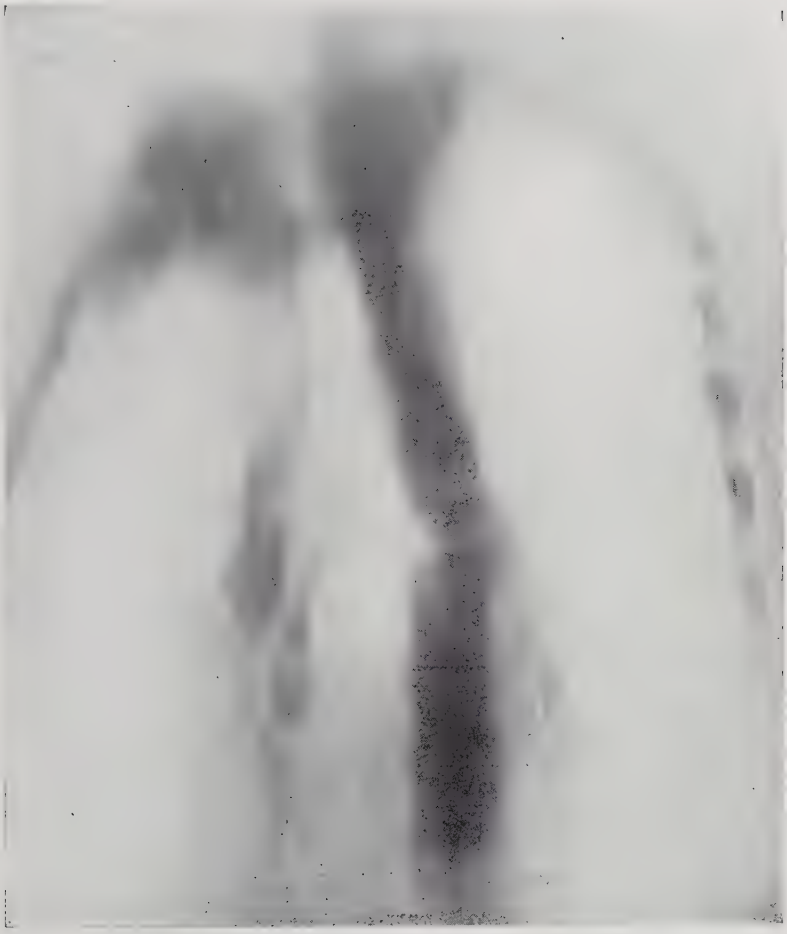

FIGURE 14 O.D P. 13

phies obliques à l'étude des hiles (*Thèse* de M. Soubirous) et de l'artère pulmonaire (*Thèse* de M. Charbitt), a permis d'obtenir des renseignements anatomo-radiologiques égaux ou supérieurs à ceux que donnent les examens lipiodolés ou broncho-scopiques pour les hiles et suffisant pour être préférés dans les examens d'artère pulmonaire à l'angiocardiographie dont les difficultés techniques et surtout les contre-indications cliniques ne sont pas négligeables.

Vu : *Le Président de thèse,*
DUCUING.

Vu : *Le Doyen,*
LEFEBVRE.

*Vu et permis d'imprimer*
Toulouse, le 28 novembre 1949
*Le Recteur,*
*Président du Conseil de l'Université,*
P. DOTTIN.

# Bibliographie


Ameuille (P.). — Les limites de la radiologie pulmonaire (*Semaine des Hôpitaux de Paris*, avril 1937).

Ameuille, Ronneaux, Lemoine. — Contribution aux indications de la radiographie pulmonaire « en tranches » (*Bulletin off. Soc. d'Electro et Radio.*, n° 5, mai 1938).

Andrews, Stava. — Planigraphie (*Amer. Journal of Roentgen a Rad. Ther.*, n° 1, juillet 1937).

Baese. — Il radiostereometra Baese ed. un nueve metodo per la localizzatione ne du corpi estranei a mezzo dei raggi. Roentgen a per la radiotherapia profonda (*La Radiologia Medica*, 1915).

Balestra. — Ricerche sula sovraposizone della imagini radiografiche (*Diario radiol.*, n° 4, 1933).

Bartelink. — Nouvelle méthode radiographique (*Presse Médicale*, n° 97, décembre 1932).

Bergonié. — Le radiostéréomètre de Baese (*Arch. Electr. Med.*, février 1937).

Bernard (Et.), Dougall et Camino. — La Radiographie limitée à un plan. Tomographie. Son intérêt dans l'étude des lésions pulmonaires (*Presse Méd.*, n° 23, 20 mars 1937).

Bistolfi. — Introduction à l'étude de la Stratigraphie (*Radiol. et Fisica Medica*, déc. 1934).

Bocage. — La Tomographie. Brevet n° 536.464, en 1912.

— Le Biotome (*Bull. de la Soc. de Rad.*, n° 248, avril 1938).

Bonte et Marcq. — Possibilités de la Tomographie dans le diagnostic des affections bronchiques (*Journal de Radiol. et Electro*, n°s 5, 6, 1948).

Buffe. — Présentation de clichés de coupes radiographiques. (*Soc. d'Electro-Radiol. du Centre et du Lyonnais*, déc. 1936; *Bull. Soc. Radiol. de France*, janvier 1937).

Camino. — Intérêt de la Tomographie pulmonaire (*Soc. de la Tuberculose,* séance du 12 déc. 1936).

Chicheil. — Apport de la Tomographie dans le diagnostic et la conduite thérapeutique de la Tuberculose pulmonaire (*Thèse,* Toulouse 1943).

Chaoul. — La Tomographie (*Deutsche Med. Wochenschrift,* n° 18, mai 1935).

Chatton et Maleky. — Anatomie radiologique du poumon (*S. Radiol.,* n° 7, 1947).

— Intérêt de l'incidence transverse en Tomographie thoracique (*J. Radiol.,* n° 3, 1949).

Delherm, Kindberg, Devois et Dumas. — Examen en coupe du poumon (*Bull. Off. Soc. Franç. Radiol.,* nov. 1938).

Delherm, Thoyer,-Rozat et Morice. — Essais d'études sur les limitations de la visibilité des éléments opaques dans le tissu pulmonaire (*Bull. off. de la Soc. Fr. d'El. Radiol.,* novembre 1936).

Didiée. — Les résultats des méthodes radiologiques d'examen en coupe de l'organisme (*Journ. Radiol,* n° 9, sept. 1938, et n° 7, juillet 1949).

— Position actuelle de la Tomographie en Radiodiagnostic (*Journ. Radiol.,* n°s 9-10 : 1944-1945).

Dramez. — Etude des méthodes radiotomiques. Leur valeur dans l'exploration du Poumon (*Thèse* de Paris, 1938).

Frain et Lacroix. — De l'obtention de coupes horizontales (*Journ. Radio.,* n° 5, 1948).

Gaillard. — Appareillage pour Stéréographie et Tomographie pulmonaires (*Arch. Electr. Med. et de Physioth. du Cancer,* janvier 1937).

Grossmann. — Tomographie pulmonaire (*British Journal of Radiol.,* déc. 1935).

— Tomographie (*Forts. Rontg.,* 51 et 52, 1935).

Katz (M^me^). — L'exploration radiologique en coupe. Les différents procédés et leurs applications spéciales (*Thèse,* Toulouse, 1942).

Kindberg, Delherm, Devois et Dumas. — Notre expérience de la Tomographie pulmonaire (*Bull. Soc. Méd. des Hôp. de Paris,* nov. 1938).

Lévy-Valensi et Charles. — Présentation de Tomographies pulmonaires (*Algérie Médical*, août 1938).

Massiot. — Sur l'effet des différentes trajectoires utilisées en Tomographie (*Bull. et Mém. Soc. Radiol. Méd. de France*, 23 mai 1937).

Morel-Khan, Bernard et Hoang. — Nouvelles méthodes radiographiques, coupes radiographiques (*Doc. Med.*, n° 25, 1937).

Naud. — Contribution à l'étude d'une nouvelle méthode radiographique. Radiographie en coupe de l'organisme (*Thèse* de Lyon, 1936).

Pizon. — L'image radiotomique (*Journ. Radio*, n°s 3, 4, 1949).

Roland. — Radiogrammétrie par coupes (*Bull. de Photogram.*, n° 1, 1938).

Ronneaux et Lemoine. — Quelques essais de Stratigraphie pulmonaire par la méthode Vallebona. L'oscillo-strator (*Bull. et Mém. Soc. Radiol.*, n° 242, 1937).

Rosselet. — Recherches tomographiques sur le hile pulmonaire (*Schwerzerische Medizin. wochenschrift*, n° 22, 1939).

Stephani. — *Etudes radiographiques du Poumon tuberculeux* (Legrand, éd., Paris, 1939).

Thiel. — La Radiotomie (*Bull. Soc. Franç. Electro. et Radiol.*, mai 1938).

Thoyer-Rozat et Piequet. — L'angiocardiographie. Son intérêt clinique et radiologique (*Journ. Radiol.*, n°s 1, 2, 1949).

Tillier et Porot. — Application à la Tomographie des lois générales de l'optique radiologique (*Journ. Radiol.*, n°s 1, 2, 1946).

Vallebona. — Una modalita di tecnica per la dissociazione radiografica della ombre (*La Rad. Med.*, n° 5, 1930).

— A proposito di un nuevo metodo radiografico chiamato planigrafia (*Rad. Med.*, n° 8, 1932).

— La Stratigraphie (*IV^e Congrès international de Radiol. de Zurich*, 1934).

— Exploration stratigraphique du poumon normal et pathologique (*Arch. d'Elect. Med.*, n° 623, 1937).

— La Stratigraphie pulmonaire (*Journ. de Rad.*, juin 1937).
— L'esplorazione stratigrafica tridimensionale (*Journ. Radiologica Sperimentale*, mars 1948).
Ziedses des Plantes. — Planigraphie (*Fortschricft auf dem Gebiete der Rontgenstrahlen*, avril 1933).
— La Tomographie (*Acta Radiol. Stockls.*, n° 13, 1932).
— Planigraphie et Stratigraphie : deux nouvelles méthodes radiographiques (*Presse Méd.*, sept. 1935).
— Planigraphie. Seriescopie et soustraction (*Bull. et Mém. Soc. Elect. Radio. Méd. France*, janvier 1939).

Impr. P. Julia, 2, rue Temponières — Toulouse